

混合炼钢

(第一輯)

杨 栋 編

化-21

冶金工业出版社

432

23873

9613

75-1

1

23873

9.12-1

10-1

1

431

28

1

混合煉鋼

(第一輯)

楊 棟 編

冶金工业出版社

混合炼鋼是近代最新炼鋼方法之一，这种炼鋼方法是把电爐炼的高質量鋼与轉爐或平爐炼的低質量鋼进行混合，而获得高質量合金鋼。这种方法不仅能改善轉爐鋼和平爐鋼的質量，提高电爐合金鋼的产量，並且能相应地降低鋼鉄的熔炼損失，節約电力和合金原料，因而能大大降低合金鋼的成本。

我国从去年 11 月开始，在大冶、太原、重庆、北京等地都先后进行了多次混合炼鋼試驗，並获得成功。特别是轉爐—电爐混合炼鋼工业性試驗的成功，对于我国和世界的鋼鉄工业的发展更具有重大的革命意义。

为了进一步地促进混合炼鋼在我国发展，因而本社特約請鋼鉄研究院楊棟同志將我国及国外有关文献編輯成本書出版，定名为混合炼鋼第一輯。

本書可供炼鋼工作同志参考。

混合炼鋼（第一輯）

楊棟 編

編輯：刘应妙

設計：赵香苓 魯芝芳

責任校对：吳研琪

1958 年 9 月第一版 1958 年 9 月北京第一次印刷 81,000 册

850×1168·1/32·130,000 字·印张 $4\frac{18}{32}$ ·定价 0.60 元

北京市印刷一厂印刷

新华書店发行 書号 1021

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲 45 号）

北京市書刊出版业营业許可証出字第 093 号

編者的話

在社会主义建設总路綫“鼓足干劲，力爭上游，多快好省地建設社会主义”的光輝照耀下；整风运动胜利結束的今天，在各个战綫上再来一个大跃进是有着它极其重要的历史意义的。在鋼鉄战綫上，也正以排山倒海之势，开展着技术革命运动，大中小型企業相結合、全民办冶金的英明方針，促使了我們有信心在最短的时间內能够超过英国。

在鋼鉄产量飞速跃进的同时摆在我們面前另一个极其重要的任务，那就是鋼的质量。

鋼的质量，在解放后的几年中，有很大的提高，到目前为止，也还正在更进一步地提高着。混合炼鋼方法不但能促使提高鋼的产量，而且是提高鋼的质量最有效的一项措施。

混合炼鋼，我国是在1957年开始試驗的。到目前已在全国各厂进行了工业性的大规模試驗。試驗証明：它对鋼的质量提高具有良好的效果。特別值得注意的，就是在我国首次試驗成功的轉爐—电爐混合炼鋼法，可将轉爐鋼质量提高到电爐鋼水平，同时經過試驗証明，冶炼出的一般合金結構鋼与单独在电爐中冶炼的沒有任何差別。而且在机械性能方面，非金屬夹杂、脫硫、脫氧作用方面还有显著的提高。轉爐—电爐混合炼鋼可使电爐優質鋼(电爐優質碳素鋼和低合金鋼)提高至140%到1200%。因而，鋼的成本也大大的降低了；这是我国炼鋼事业发展的一个新方向。

混合炼鋼可分4种：

1. 轉爐—电爐混合炼鋼；
2. 平爐—电爐混合炼鋼；
3. 电爐—电爐混合炼鋼；
4. 同爐混合炼鋼。

在这4种当中，电爐—电爐及平爐—电爐混合炼鋼是德国在第二次世界大战期間，为了滿足战争，大量用合金鋼的需要而发

展起来的。轉爐—电爐混合炼鋼及同爐混合炼鋼，是我們根据上述原理，結合我国大中小型企业并举并着重发展轉爐的方針，而試驗成功的。

一般說来，这几种不同的混合方法，各有其特点，并且就发展的方向上來說也各有不同。例如，轉爐—电爐混合炼鋼，是提高和改变轉爐鋼質量的一項重要措施，他不但能打破所謂轉爐鋼作什么用也不行的迷信思想，而且能大量供給，并将其質量提高到电爐高质量碳素鋼及合金鋼的水平。这是炼鋼史上的一項革新。他对我国冶金事业的发展和对世界上冶金事业发展的方向都起着极大的作用。平爐—电爐混合炼鋼发展的方向是要解决因特殊需要的大量合金优质鋼問題，利用这种方法，最終是可以完全代替酸性平爐的。电爐—电爐混合炼鋼的目的，主要是要冶炼更高级的合金鋼，利用此法，不但可以提高电爐的生产率 20%，而且可大大减少鋼中的非金属夹杂物、硫、氧等有害杂质。同爐混合炼鋼的发展是我們在試驗过程中，因发现我們已有厂房、设备等条件不能完全适应，电爐—电爐混合炼鋼的特殊要求而試成的。因此，我們在一个爐子上又炼鋼、又炼渣。最后，渣—鋼进行混合，他与其他混合炼鋼方法具有同等的作用。利用此种方法，炼制优质碳素鋼及低合金鋼，根据試驗証明是没有什么問題。

为了适应地方上的中小型冶金企业的发展需要，我們在匆忙中汇集了十篇有关这方面的文章及报告，以供发展着的中小型企业工作者参考。感到遺憾的是，因为試驗数据还不够多，所以很多理論与实际問題，还不能够說的那样透彻。至于混合炼鋼車間的設計問題，也沒有能够包括在这小冊子里。不过这些工作，我們还正在繼續进行着。

正因为混合炼鋼是一种新的炼鋼方法，在各方面研究的还不够，所以难免在一些結論上或說法上存在問題。因此，請冶金工作者的前輩和青年战友，在敢說、敢想、敢干、破除迷信的基础上提出批評意見。

楊棟 北京鋼研院

促进特殊鋼工业的技术大跃进

党中央指出：目前全国展开的农具改革运动和技术革新运动，就是伟大的技术革命的开端。这个运动的更深入、更广泛以及逐步在更高的水平上发展，将导向在农业、手工业和工业领域内技术上的大跃进。这个伟大的断言，已经在特殊鋼工业中显示出它的正确性和要大而深远的意义。

由于对现有电爐的生产过程进行了群众性的技术改进，因而出现了大量的技术革新經驗。今年头三个月，全国电爐利用系数，即每百万伏安产鋼量平均达到20吨，重庆二厂的四号电爐已高达44.92吨。而美国180吨电爐采用40~50%的热鉄水，大部分冶炼普通炭素鋼，其利用系数只有30几吨。这就是說，目前我国电爐利用系数已经远远地超过了美国水平。这些数字表示着特殊鋼工业已经取得了飞跃的发展。但是，更值得指出的是：在这个已经取得的成就的基础上，正在孕育中的另一个更大的生产革命形势即将到来。那时，我国电爐利用系数，将要获得更迅速的增长。

增加特殊鋼生产，从来都是依靠扩大电爐鋼生产的，譬如許多国家，百分之九十以上的特殊鋼是在电爐中冶炼的。但是，扩大电爐鋼生产是受許多因素限制的。第二次世界大战时期，战争迫切需要大量的特殊鋼，而扩大电爐鋼生产是来不及的。于是，便出现了在平爐中冶炼合金鋼；同时也出现了采用两个大小不同的爐子同时炼鋼，其中，小爐子是电爐，大爐子常常是平爐，小电爐主要炼合金和还原渣，大平爐則只进行炼鋼过程的氧化期，随后，即出鋼进行混合。这两种方法都使当时的特殊鋼生产迅速地增长了好几倍。所有这些成就，我国都已经采用了，并且有了创造性的发展。

今年三月份，重庆二厂同鋼鉄研究院結合生产进行了碱性轉爐同碱性电爐的混合炼鋼試驗。到现在为止，前后共試驗了近百

爐，虽然混合比还只有 1:1，却使車間鋼产量在双包出鋼的基础上，比去年提高了一倍。大冶鋼厂采用酸性轉爐同碱性电爐进行了相同的試驗，混合比为 1.4:1，电爐鋼产量提高了 1.4 倍，車間成本大約降低 19%。

應該說，这些都还是初步試驗。但是重要的是，这个初步試驗标志着我国特殊鋼工业中新的、具有深远意义的技术革命的开始。它将为今后迅速提高特殊鋼生产指出一条新的道路。这是許久以来，鋼鐵工业技术界的美好理想的实现。新的混合炼鋼方法，将电爐的质量高和轉爐的产量大、建設快、成本低的优点，最理想地結合起来了。

关于电爐同轉爐混合炼鋼在生产中进行的科学試驗工作，是我国特殊鋼工业的重大創举。它的重大意义就在于：这是一个生产方式的革命，特別是結合我国已发现的大量丰富的合金資源，将要对我国特殊鋼工业以及整个炼鋼工业，引起一系列的根本变化。

电爐同轉爐混合炼鋼法的技术革命意义在哪里呢？

首先，它可以成十多倍地提高电爐爐产量。电爐同轉爐混合炼鋼是一个高速度冶金反应的方法。因为炼鋼氧化反应是在轉爐中进行，自然是高速度的；还原反应由于液体金屬与还原爐渣进行剧烈混合，也是以高速度进行的。因此从生产力来比較时，它大大地优越于现有的任何一种混合炼鋼方式。如果將轉爐鋼水同电爐还原渣的混合比例提高到 8:1, 10:1, 12:1，或者更大些时，电爐鋼生产就能以高冶金反应速度并按着高混合倍数增加。电爐同轉爐混合炼鋼的建設速度，比起建設同等生产规模的电爐來說，要快几十倍。根据目前情况估計，只要今冬明春来个大搞混合炼鋼的高潮，就可以使我国电爐鋼的产量提高十倍以上。

电爐同轉爐混合炼鋼法的技术革命意义还在于：它将轉爐鋼的质量超越平爐鋼，提升到电爐鋼的水平。这种深刻的質变，使人們对轉爐鋼质量的怀疑都烟消云散了。重庆二厂和大冶鋼厂的初步試驗結果証明，用电爐同轉爐混合炼鋼法炼出来的鋼，不是

轉爐鋼與電爐鋼的平均值，而是完全可以達到電爐鋼的標準。如果進一步掌握混合煉鋼的工藝過程，並大力研究其物理化學過程，包括混合比、混合高度、次數、鋼渣的性質、提高鋼渣的脫硫效率等，就可以使混合煉鋼的質量再提高一步。

另外，電爐同轉爐混合煉鋼法的技术革命意义，还表现在：它有可能使電爐鋼成本比平爐鋼成本还低。这不能不說是一个奇跡！从前在人們的認識中，電爐鋼的成本总是比平爐鋼要貴上好几倍。因为電爐生产力低和電費昂貴。在美国也談論过：設計超大型的電爐，利用特殊的电力条件，使電爐冶炼普通鋼的成本降到平爐鋼的水平。这至今还是个假想。但是，我国用電爐同轉爐混合煉鋼，其成本不但远較美国的大電爐为低，而且将低于平爐鋼。今后我們將用每百万伏安的电力炼出数百吨，或者更多的鋼来！

混合煉鋼特別适合于我国当前遍地开花的轉爐鋼厂。有人說，今后我国是世界上轉爐鋼比例最高的国家。我們可以預見，如果混合煉鋼工作做得好，这些轉爐鋼又将加倍地轉化为電爐優質鋼。因为这些轉爐鋼厂是比較容易改造成混合煉鋼厂的。那时即使不用氧气也可把轉爐鋼变成電爐鋼的質量了。

总之，这个新的生产力的革命，完全符合党的多快好省地建設社会主义的总路綫的精神。完全可以这样說：迅速扩大以電爐同轉爐为主要型式的混合煉鋼生产，是促进特殊鋼工业技术大跃进的綱。

迅速扩大電爐同轉爐混合煉鋼法，已經在我国鋼鐵工业建設事业中占据了一定的比重。当前的最重要任务，便是要使它遍地开花，結出丰碩之果。这种边試驗、边生产、边建設的形势，要求广大工人和技术人員更快地更好地掌握起它的工藝过程，并使它进一步完善和发展。据統計，現在已經有十多个单位要大搞混合煉鋼。这些单位應該抓住特殊鋼工业大跃进这条綱，提前完成各項措施。为了迎接这个大跃进的尽快到来，完全有必要在这些单位的广大职工中，提出这样一个動員口号：“以大搞混合煉鋼

为綱，促进特殊鋼工业的技术大跃进！”必須指出，这个大跃进既然孕育在群众性的技术革新运动之中，那么它进一步的发扬壮大，也必須是并且也只能是依靠群众性的技术革新运动，才能达到向更高的阶段发展！有人說：“重庆二厂有三宝；混合，双联和双包”。其实，群众性技术革新运动进一步深入地开展，每个厂都会变成聚宝盆。

电爐同轉爐混合炼鋼法在世界各国都研究得很少。它在工业生产和科学理論方面，还有许多重大的任务需要解决。因此，今后它应该成为黑色冶金科学研究活动的重要内容之一。混合炼鋼的方式是很多的，但是从发展来看，电爐同轉爐混合炼鋼法是主要的形式。此外，采用大电爐同小电爐混合法冶炼高合金鋼，以及电爐同真空高周波爐混合法冶炼高級合金等，也具有特殊意义。但是，在这全綫跃进中，某些同志仍然沒有看到这个新事物，对于它将引起的新形势認識不足，因而还未見諸于积极的行动。从当前科学研究工作来看，应迅速解决降低鋼中含硫量，提高轉爐寿命，并研究混合制度和新的調度方法。科学研究工作，也还需要同群众性技术革新运动紧密結合，用大搞混合炼鋼来促进技术革新运动向更高級形式发展；反过来，又依靠群众性技术革新运动来使混合炼鋼法在生产和科学技术理論上完善起来。配合混合炼鋼法和进一步强化电爐还原期需要进行的科学理論工作的目的，在于无限量地发展生产力，以及不断地进行基本理論的探討。科学工作者应该有信心、很快地創造出中国自己的系統的理論与学說。这該是多么有意义的事情！我們既然能在特殊鋼生产实践中走进了国际最高水平的行列，为什么就不能使科学理論活动也走在前面呢？这是完全可以作到的事情！

（“鋼鉄”評論）

目 录

編者的話

促进特殊鋼工业的技术大跃进……………“鋼鐵”評論

一、混合炼鋼及爐渣处理鉄水……………W.孔歇尔 (1)

(1) 轉炉—电炉混合炼鋼

二、轉爐—电爐混合炼鋼生产高級优質鋼……W.孔歇尔 (14)
杨 棟

(2) 平炉—电炉混合炼鋼

三、平爐—电爐混合炼鋼……………鋼鉄研究院 (33)
大冶鋼厂

四、盛鋼桶中渣鋼混合去硫……………A.C.托琴斯基 (49)
H.B.波波娃

五、平爐—电爐混合炼鋼生产变压器鋼…Г.沃茲內編譯 (59)

六、单槽双包出鋼……………鋼鉄研究院 (63)
大冶鋼厂

(3) 电炉—电炉混合炼鋼

七、碱性电弧爐冶炼电爐鋼的白渣合金化法…K.菲尔特 (63)

八、按照白渣合金化法生产优質鋼及其結果

……………H.J.爱克斯坦 (82)

(4) 同炉混合炼鋼

九、同爐混合炼鋼生产碳素結構鋼……………鋼鉄研究院 (106)
大冶鋼厂

(5) 炉渣处理鉄水

十、平爐渣处理鉄水……………鋼鉄研究院 (124)
天津鋼厂

一、混合炼鋼及爐渣處理鉄水*

民主德国 W.孔歇尔教授

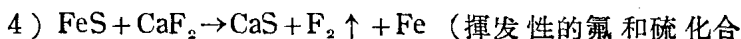
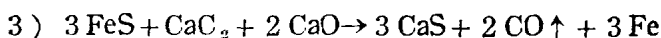
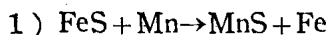
(Prof. Dr. — Ing. Küntschner)

一、混合法和白渣合金化法煉鋼

采用近代化設備煉鋼其产量可达 90 吨/小时，当然我們目前不能完全采用这种近代設備，仍需利用現有的設備来提高鋼的产量和质量。冶金工作者都知道，煉鋼的好坏在于造渣的好坏。現主要談煉鋼的造渣問題，并介紹在中国进行这方面試驗的情况。

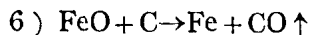
先介紹冶金原理：

可能引起的脫硫反应

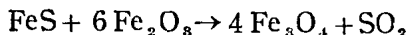


物)

第二次反应



氧化气氛中（加矿石）可能产生



另外还有一种揮发性的 S，F 化合物，其具体成份尚不知道。

上述反应式中 CaO，CaC₂ 及 CaF₂ 的脫 S 作用是很显著的，Si 和 C 的作用亦可从反应式中看出。加矿石則可能产生 SiO₂。

* 本文中試驗工作有民主德国专家舒尔茨 (Schulz) 参加。本文由熊茲林、蔣和、林师焱整理

再介紹遜克 (Schenk) 的實驗公式:

$$\frac{(\Sigma S)}{[S]} = \frac{(CaO)}{(FeO)K_{1S}} + \frac{(Mn)}{K_{2S}} \quad (1)$$

$$\lg K_{1S} = \frac{5700}{T} - 3.72 + 0.05 (\Sigma SiO_2) \quad (2)$$

$$\lg K_{2S} = \frac{-3840}{T} + 1.14 \quad (3)$$

$$I_{FeO} = \frac{[FeO]}{(FeO)} = F \text{ (溫度)} \quad (4)$$

公式 (1) 中 (ΣS) 為爐渣中的硫, $[S]$ 為鋼水中之硫, 由公式 (1) 中可見 CaO 與 Mn 的含量對脫 S 有很大影響, 它們的含量愈大則脫 S 亦愈多, 公式 (2)、(3) 是溫度變化對脫 S 的影響, 另外 O_2 在爐渣與鋼水中之比也是很重要的, 見公式 (4)。

關於如何提高產量的辦法。在 1933 年法國人 Ferrin 發明一種用兩個爐子冶煉的方法: 一個小爐子煉 3—5% (占鋼總產量) 的渣子, 另一個大爐子煉鋼, 再將兩個爐子混合起來, 將鋼水倒入渣內 (圖 1 中第 1 法)。其高度為 6 M (現在人們用 3.5 M), 這個方法在法國、意大利、波蘭被採用, 但未正式大量生產。

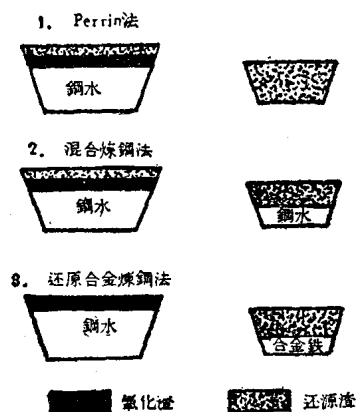


圖 1 三種不同的混合方法示意图

在德國用混合法 (見圖 1 中第 2 法), 此法是用兩個爐子的鋼一起混合, 大爐子多半為平爐, 小爐子為電爐。此法與第一法所不同的是小爐子也煉鋼, 但同時造大量的還原渣。在二次大戰時, 曾用此法大大提高了電爐鋼的產量, 所煉出鋼的質量不是平

爐鋼與電爐鋼的平均值，而是電爐鋼的質量，其原因是：兩爐混合後小爐中的還原渣能將平爐的 P、S 脫除。煉鋼第一階段（氧化期）是起沸騰作用，因此這一過程進行得很快，而第二個階段因為氣體產生得不多，爐渣在鋼水面上不大運動，因此進行得很慢，時間就需較長。圖 1 中的三個方法都是盡量使第二個階段的時間縮短，在意大利用 Ferrin 法可以縮短一小時，而德國用第二個方法曾在二次大戰時煉坦克鋼板和炮彈鋼，這一方法是既用氧化渣，亦用還原渣。最近又將第一和第二個方法綜合起來成為第三個方法（見圖 1 第三個法），此法稱白渣合金化法，一個爐子煉合金和還原渣，另一個大爐子是氧化渣和非合金鋼，但在混合時將氧化渣全去掉後，再與小爐子混合，例如用大爐子（20 噸）與同時已煉好還原渣和合金鐵的小爐子（2 噸）混合即成。大家都知道合金在鋼水內熔化是很費時間的，採用這種方法可避免碳化物的偏析，還原渣起了還原作用同時由於有液體合金亦起了合金化的作用，合金中夾雜物（氧化物等）在小爐中被徹底排出，因而不能進入鋼水中。這種方法不僅可提高質量，更重要的是經濟價值很大，可提高產量 18%，同時由於小爐子採用了水冷卻以及大爐沒有還原期冶煉時間短了，因而使爐牆壽命亦提高了 20%。上述效果的數字是德國 Henningsdorf 地方在兩年中用 18 噸和 3 噸的兩個爐子的結果。

下面介紹 Ferrin 法的渣子成分及混合時渣子作用和混合後的情況（見表 1、2、3）。表 1 中為渣子成分，這種渣子不但吸收 S 而且還吸收 O_2 ，用純 CaO 與 SiO_2 可將鋼中的 FeO 化合產生各種 CaO 、 SiO_2 的鐵化合物。操作時需迅速，人們稱這種方法為“用渣洗滌法”，這種方法要求渣子成為分散的細微狀，並在混合時充分攪拌以及渣子應有足夠的溫度。表中第 I 和第 II 的渣子成分適合中國情況。

表 2 是在含碳量不同的鋼中進行脫氧的情況，由表中可見含 C 為 0.018% 的鋼脫氧則費事，用 0.7% C 的鋼脫氧就方便，氧很快就去掉了，這就是此洗滌法的優點。

表 1

Perrin 法渣子成分的范围

	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃
I	10	40	—
II	41	22	37
III	45	—	55

表 2

在含碳量不同的鋼中进行脫氧的情况

C 含 量 (%)	O ₂ 含 量 (%)	
	混 合 前	混 合 后
0.018	0.130	0.04
0.035	0.065	0.02
0.08	0.028	0.009
0.70	0.010	0.003

表 3

混合过程中还原渣的变化

成 份	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	FeO	Fe ₂ O ₃	CaS
反 应 前	55.38	15.62	8.32	9.35	0.88	0.08	0.53
反 应 后	52.97	15.74	11.94	10.28	0.61	—	0.60

表 3 是 Perrin 法混合过程中还原渣的变化。由表中可见，反应后爐渣吸收了 S。MgO 提高了一些的原因是由电爐爐衬而来，对爐渣粘度起不利影响。

民主德国所有滚珠軸承鋼都是采用“还原合金法”冶炼，除此之外，用此法还炼了有 15 种不同的合金鋼和砂鋼。

下面是中国大冶鋼厂采用这种方法炼滚珠鋼的情况（见表 4、5、6）。該厂系用 9 吨电爐和 3 吨电爐。9 吨电爐炼一般鋼，3 吨电爐炼合金与还原渣。值得注意的是 S 的含量，3 吨电爐原含 S 量比 9 吨电爐要低些（9 吨电爐无分析记录），而混合后更低。

表 4

大冶鋼厂采用合金還元法試煉的滾珠軸承鋼
(3吨电爐—9吨电爐)

	C	Si	Mn	Cr	Ni	P	S
3 吨 电 爐	1.24	0.29	0.19	6.14	—	0.012	0.009
9 吨 电 爐	—	—	—	—	—	—	—
混 合 鋼	1.0	0.13	0.33	1.48	—	0.014	0.004

氧化物和硫化物含量对滾珠鋼的质量起决定性作用，因滾珠鋼承受的力为圓的并成一条綫，如果在这一条綫上有夹杂物就会使該点应力集中和其他部分脱离，因此对夹杂物要求很严，表5系大冶鋼厂所炼非金屬夹杂物級別的结果。滾珠鋼的夹杂物要求至少是第三級。对滾珠軸承鋼的要求是一天比一天高，特别是飞机上所用的要求更高。采用这种方法，不仅提高产量，而且对提高质量起很重要的作用。

表 5

大冶鋼厂試驗滾珠鋼非金屬夹杂物級別的鑑定
(等級系按中国工厂一般采用的标准)

試 样	1	2	3	4	5	6
氧 化 物	1.5	1	1	2	1	1
硫 化 物	1	0.5	0.5	1	0.5	1
碳 化 物	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

表 6

大冶鋼厂試驗电爐—轉爐混合(鋼种 40 X)

	C	Si	Mn	Cr	P	S
轉 爐	0.13	0.24	0.39	—	0.066	0.029
电 爐	0.52	0.33	0.83	—	0.024	0.005
混 合 后	0.41	0.32	0.66	0.95	0.028	0.007

表6是在大冶鋼厂用电爐与轉爐混合的情况，其容量为

1 : 1, 由于容量相同, 混合时的均匀性不易达到理想, 但是这次仍然达到了均匀性。在德国 Henningsdorf 地方是 1 : 12, 这样就容易混合得更好, 混合的速度与浇注的高度对混合得好坏有很大影响。由表中可见混合后含 S 量大大地小于两个数的平均值。这对中国的意义很大。从世界炼钢趋势来讲, 采用平炉炼钢将会下降, 中国的情况将来也会是这样, 因而就产生了这样一个任务, 即如何提高转炉钢的质量。

中国有很多用户对转炉钢怀疑, 这是无根据的, 例如有很多机械厂来问, 用转炉钢能否做这样或那样的机械零件? 回答是肯定的, 例如卢森堡、比利时等国家, 它们完全都是采用转炉炼钢的, 那么对于任何机械零件当然都是用转炉钢制造的。另外如转炉采用顶吹法 (Linz—Donawitz 式顶吹氧气转炉炼钢法) 所炼的钢要比平炉钢好得多。中国的转炉钢纯度过高, 因而成本也高。建议中国的小型钢厂均可采用这种方法, 例有几个转炉和一个小电炉就可采用这种方法炼很多种如合金钢 (除高合金特殊钢外)。

表 7 是在太原厂用混合法炼变压器矽钢的情况: 采用两个电炉是 8 吨和 2.5 吨的 (实际容量要大些), 小电炉炼还原渣并含有所有的 Si 量, 大电炉只有铁水, 用氧化法炼, 将氧化渣去掉后, 然后薄薄地加一层萤石, 再将大炉与小炉混合, 由结果可见, 混合后含 S 量更少了。大家都知道, 变压器矽钢希望 S 的含量 < 0.005%。表中 Si 的含量高出来了, 这可能是装炉时 Si 计算有错误, 这与混合法无关。

表 7

在太原钢铁厂采用的混合法炼的变压器钢

	C	Si	Mn	S	P	Al	
大 电 炉	0.04	—	0.08	0.007	0.014	—	2.5 吨 废钢
小 电 炉	0.04	—	0.03	0.016	0.004	—	8 吨 废钢
混 合 钢	0.04	4.88	0.08	0.005	0.012	0.12	

德国炼滚珠轴承钢所用的渣子 (见表 8) 方法和法国 Ferrin 法有些不同, 所用的 CaF_2 要多些, 结果可以证明 S 脱得很多 (见

表 8 中 CaS)，脱氧量还看不够清楚（见表 8 中 FeO），实际是脱得很大的。现在太原厂炼变压器矽钢是在出钢时加脱 S 剂（ CaF_2 和苏打混合），但产生烟很多，操作的人不好受。

表 8

德国炼滚珠轴承钢的渣子成分

	CaO	SiO_2	Al_2O_3	MgO	FeO	MnO	CaS	CaF_2	CaC_2
反 应 前	60.65	20.7	2.74	7.50	0.46	0.12	0.59	5.32	0.68
反 应 后	46.95	29.7	6.49	5.80	0.50	0.23	0.91	6.42	0.11

照例说，含 CaO 多的炉渣能够很好的脱 S，但为什么实际上不是随着 CaO 含量的上升而上升呢？（见图 2），实线表示粘度，虚线表示 CaO 上升则脱硫度下降，原因即在于炉渣太浓，因此 CaO 含量不应过高，最好不超过 60%。

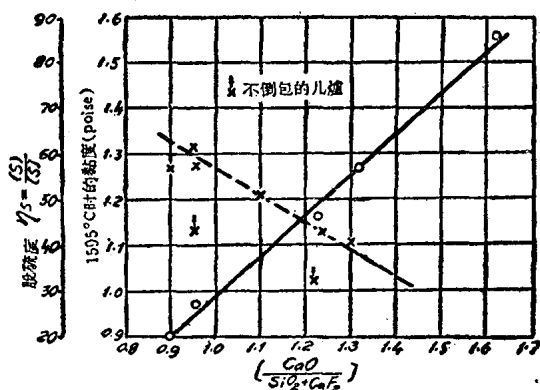


图 2 粘度和脱硫与炉渣成分的关系

上面所说的方法，值得在中国推广。

这种方法对机械工业也很重要，例如制造大锻件及大铸件避免中心偏析是很困难的，而都想采用大电炉也是不可能的，因此采用上述混合炼钢的方法，用小电炉与大转炉或平炉进行混合即可减少偏析而相当于电炉钢。